

**PERAMALAN PENJUALAN  
DENGAN METODE *FUZZY TIME SERIES*  
RUEY CHYN TSAUR**

**Tesis  
untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-2 Program Studi  
Magister Sistem Informasi**



**Sunneng Sandino Berutu  
24010411400060**

**PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2013**

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur untuk meramal penjualan mobil nasional. Data yang digunakan adalah data penjualan 15 jenis mobil yang terjual di Indonesia yang dikeluarkan oleh GAIKINDO dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2011. Aplikasi yang dibuat dapat digunakan untuk memprediksi 1 tahun berikutnya. Apabila data aktual pada tahun terprediksi diinput, aplikasi tersebut dapat memprediksi tahun berikutnya lagi. Tingkat kesalahan prediksi dihitung dengan menggunakan *standard deviation error* (SDE). Setelah dibandingkan SDE dari metode Ruey Chyn Tsaur dengan SDE yang diperoleh dari metode S R Singh diketahui bahwa SDE dari metode Ruey Chyn Tsaur lebih kecil.

Kata kunci : prediksi, kesalahan, *fuzzy time series*, *standard deviation error*.

## **ABSTRACT**

This study aims to implement the fuzzy time series Chyn Ruey Tsaor method to forecast nationwide car sales. This study used the sales data of 15 types of cars have sold in Indonesia issued by GAIKINDO from 2000 until 2011. Applications created can be used to predict the next 1 year. If the actual data is predictable as input, the application can predict for next year again. Prediction error rate is calculated using the standard deviation error (SDE). A comparison of the SDE method Chyn Ruey Tsaor with SDE obtained from SR Singh is known that the method of the SDE method Chyn Ruey Tsaor is smaller.

Keywords : forecasting, error, fuzzy time series, standard deviation error.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Peramalan penjualan merupakan kegiatan untuk mengestimasi besarnya penjualan barang atau jasa oleh produsen, distributor pada periode waktu dan wilayah pemasaran tertentu. Peramalan penjualan merupakan bagian fungsi manajemen sebagai salah satu kontributor keberhasilan sebuah perusahaan. Ketika penjualan diprediksi dengan akurat maka pemenuhan permintaan konsumen dapat diusahakan tepat waktu, kerjasama perusahaan dengan relasi tetap terjaga dengan baik, kepuasan konsumen terpenuhi, perusahaan dapat mengatasi hilangnya penjualan atau kehabisan stok, mencegah pelanggan lari ke kompetitor. Di sisi lain perusahaan dapat menentukan keputusan kebijakan rencana produksi, persediaan barang, investasi aktiva dan *cash flow*. Dengan kata lain, tidak ada perusahaan yang dapat menghindar dari kegiatan memperkirakan atau meramalkan penjualan untuk keperluan perencanaan aktivitas-aktivitas yang harus dilakukan.

Beberapa penelitian terkait dengan peramalan penjualan yaitu dalam (Yelland dkk., 2010) dilakukan penelitian tentang pengembangan dan arsitektur penggabungan model Bayesian kedalam proses perencanaan dan peramalan yang sudah ada serta melakukan evaluasi terhadap kinerja peramalan untuk pengembangan berikutnya. Dalam (Lee dkk., 2003) dilakukan penelitian tentang peramalan penjualan album lagu baru sebelum produk diluncurkan kepada konsumen dengan membangun model Hirarki Bayesian berdasarkan proses penyebaran logistik. Dalam (Fader dkk., 2004) dilakukan penelitian tentang membangun model *dinamyc changepoint* untuk peramalan penjualan produk baru dengan menangkap perkembangan dasar perilaku pembeli berhubungan dengan produk baru. Berdasarkan analisis empiris maka akurasi model *dinamyc changepoint* pada jalur kurva total penjualan hampir sama dengan percobaan dan perulangan komponen dan diagnosa manajerial yang lain. Dalam (Fanga, 2011) dilakukan penelitian tentang pengembangan sistem informasi peramalan

permintaan pasar pada *Chinese Tobacco Wholesalers*. Model peramalan ini dikembangkan dengan menggunakan algoritma, data sosial serta histori data penjualan. Metode peramalan yang digunakan adalah metode *Grey* model pada *Sales department*, metode *Brands Life Cycle* pada *Order department* dan metode *Seasonal Index-Moving Average* pada *Purchasing department*. Sistem informasi peramalan telah diterapkan pada tahun 2010 dan menghasilkan akurasi peramalan yang signifikan untuk permintaan pasar per tahun dan per bulan.

Pemanfaatan *fuzzy time series* telah digunakan untuk memprediksi data pendaftaran mahasiswa di Universitas Alabama. Konsep *fuzzy time series* yang diajukan berdasarkan teori himpunan *fuzzy*, logika *fuzzy* dan penalaran perkiraan (Song dan Chissom, 1993). Peramalan dengan metode *fuzzy time series* dapat menangkap pola dari data masa lalu untuk memproyeksikan data yang akan datang (Song, 1993b), kinerja lebih baik pada peramalan masalah riil, dapat dihadapkan dengan data linguistik (Tsaur dkk., 2005) serta dapat digabungkan dengan model dan pengetahuan heuristik (Huang, 2001).

Pada penelitian ini menerapkan metode *fuzzy time series* yang diajukan oleh Ruey Chyn Tsaur (Tsaur, 2011) untuk meramal penjualan mobil nasional. Sumber data yang diperlukan adalah data penjualan mobil nasional dari tahun 2000 - 2012. Metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur memperoleh hasil peramalan lebih akurat dibanding dengan metode-metode sebelumnya ketika diaplikasikan pada kasus peramalan penerimaan mahasiswa baru di Universitas Alabama (Tsaur, 2011).

Berdasarkan uraian diatas maka rumusan masalah penelitian ini adalah

1. Bagaimana rancang bangun sistem informasi peramalan penjualan dengan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur pada penjualan mobil nasional?
2. Bagaimana keakuratan hasil peramalan menggunakan *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur dengan *fuzzy time series* S R Singh dalam peramalan penjualan mobil ?

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan maka tujuan penelitian ini adalah

1. Merancang sistem informasi peramalan penjualan dengan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur pada penjualan mobil nasional.
2. Untuk menganalisis keakuratan dengan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur dibandingkan dengan metode *fuzzy time series* S R Singh dalam meramal penjualan mobil nasional.

## **1.3. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian peramalan penjualan mobil nasional dengan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur adalah sebagai berikut :

1. Bagi perusahaan dapat memperoleh informasi atas peramalan penjualan untuk investasi.
2. Dapat digunakan sebagai pembanding dengan metode lain pada studi kasus penjualan mobil nasional.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Peramalan penjualan pada perusahaan Sun Microsystems menerapkan model Bayesian dimana proses peramalan berkisar seputar prediksi penjualan akhir per triwulan, untuk penjualan yang sedang berlangsung dan meramal penjualan tiga bulan ke depan. Sistem informasi peramalan pada perusahaan Sun adalah *Sun Labs Forecasting System* (SLFS). SLFS dibangun menggunakan model Bayesian pada penjualan produk. Model yang dibangun untuk memformalisasi kerangka kerja keputusan yang digunakan peramal perusahaan termasuk parameter penentuan tingkat keberhasilan penjualan berdasarkan produk jadi, waktu yang dibutuhkan dari peluncuran hingga penjualan produk dan sebagainya. Model pada SLFS berasal dari model dasar *dynamic linier models* (DLMs) disebut dengan *first order- polynomial* dan *random walk plus noise model*. Implementasi sistem peramalan menggunakan perangkat lunak *open source* dan gratis dan bahasa pemrograman statistik R. Sistem berada di *server* dan melakukan operasi berikut :

1. Perhitungan-perhitungan sebelumnya berdasarkan ramalan kualitatif.
2. *Update* penjualan produk sebenarnya.
3. Melakukan prediksi penjualan dari *update* sebelumnya.

Akses pada data ramalan berbasis *web* mengandalkan kombinasi *Adobe Flash/JavaScript/PHP/Apache*. Animasi grafik menggunakan *amCharts* (<http://www.amcharts.com>) yang menyediakan representasi interaktif ramalan dan penjualan sebenarnya. Sistem juga menyediakan *output* hasil ramalan dalam bentuk PDF (Yelland dkk., 2010).

Peramalan penjualan pada produk rekaman musik menerapkan model Hirarki Bayesian untuk meramal penjualan produk rekaman musik berdasarkan proses penyebaran logistik. Ilustrasi empiris menggunakan data histori penjualan *billboard's top 200 albums* dari januari 1994 hingga desember 1995 untuk mengidentifikasi pola penetrasi pasar dan estimasi jumlah akhir pasar potensial.

Untuk meningkatkan akurasi peramalan , model dihubungkan dengan pola penyebaran untuk perencanaan aktifitas promosi seperti iklan radio dan penjelasan latarbelakang album termasuk gaya musik dan rekam jejak artis. Model dikembangkan dengan pendekatan generalisasi empiris dimana pengalaman masa lalu dengan potensi yang berbeda pada tiap produk digunakan untuk menghasilkan ramalan penjualan dan pola adopsi pada produk baru sebelum diluncurkan ke pasar. Pengelompokan data dengan fungsi *discrete hazard* yaitu berdasarkan fungsi kepadatan logistik untuk menghitung lama durasi dan reaksi terhadap kovariasi ragam waktu . Pada ilustrasi empiris menunjukkan bahwa hasil ramalan mendekati yang sebenarnya dengan nilai MAPE 18% (Lee dkk., 2003).

Pengembangan sistem peramalan yang baru pada *Chinese Tobacco Wholesalers* karena berdasarkan analisa, metode peramalan yang ada kurang memuaskan karena besarnya perbedaan antara hasil ramalan dengan penjualan yang sebenarnya dimana *error* peramalan untuk periode tahunan lebih dari 5% dan *error* peramalan untuk periode bulanan lebih dari 10 %. Sistem peramalan baru mencakup beberapa aspek yaitu :

1. Model lebih sederhana, mendetail dan disesuaikan dengan kebutuhan.
2. Menggunakan data yang mudah diperoleh dari sumber terpercaya dan kredibilitas.
3. Kualitas data menentukan kualitas hasil model.
4. Model akhir terdiri dari “ *brain and computerized data* “.
5. Model bukan saja sebagai *software tool* yang menyediakan informasi pangsa pasar dan hasil peramalan secara otomatis ketika menekan tombol tetapi juga menampilkan informasi total jumlah penduduk, konsumen dan konsumsi, dan perluasan jumlah penduduk tidak tetap.

Rumus model yang dipergunakan adalah

$$M = P * CR * X \quad (2.1)$$

Dimana :

*M* merupakan permintaan pasar.

*P* merupakan jumlah penduduk.



$CR$  merupakan angka pemakai (%).

$X$  merupakan konsumsi ( rokok/hari \* perorang) .

Sistem peramalan penjualan dan evaluasi pada *wholesalers* menyediakan fungsi-fungsi berikut :

1. Peramalan

- a. *Import* data jumlah penduduk terdaftar .
- b. *Import* data jumlah penduduk tidak tetap.
- c. *Import* data histori penjualan.
- d. Meramal volume pasar tahunan.
- e. Meramal penjualan tahunan.
- f. Meramal penjualan tahunan berdasarkan perbedaan kelas harga.
- g. Meramal penjualan bulanan.

2. Manajemen *user*

- a. Menambah, menghapus dan modifikasi data *user*.
- b. Modifikasi grup *user*.

3. Laporan

- a. Laporan volume pasar tahunan.
- b. Laporan penjualan tahunan.
- c. Laporan penjualan bulanan.
- d. Laporan penjualan tahunan berdasarkan perbedaan kelas harga.

4. Kueri data

Pada fungsi ini, *user* dapat melakukan kueri data.

5. Tampilan hasil dalam bentuk grafik

- a. Menampilkan grafik data volume pasar tahunan.
- b. Menampilkan grafik data penjualan tahunan.
- c. Menampilkan grafik data penjualan bulanan.
- d. Menampilkan grafik data penjualan tahunan berdasarkan perbedaan kelas harga.

6. Pengaturan sistem dimana *user* diijinkan mengatur konfigurasi sistem.

Sistem diterapkan pada *wholesaler* A di china tahun 2009 untuk meramal penjualan pada tahun 2010. Data histori penjualan diambil dari tahun 2007 hingga 2009. Hasil evaluasi menunjukkan *error* peramalan tahunan hanya 0.82%, *error* peramalan bulanan antara -0.03% hingga 7.82%. Hal ini menunjukkan bahwa akurasi peramalan meningkat secara signifikan (Fanga, 2011).

Peramalan penjualan pada produk baru dengan membangun model *dinamyc changepoint*. Model *standard changepoint* hanya menyajikan rangkaian data tunggal dengan objek identifikasi jumlah dan lokasi *changepoints* sedangkan pada model *dynamic changepoint* melakukan peramalan dan memisahkan rangkaian observasi untuk setiap panelis yang berarti harus secara eksplisit menangkap parameter perbedaan antar keragaman. Jumlah penjualan berelasi dengan ukuran produk baru yaitu kumulatif *trial* penjualan berdasarkan waktu, kumulatif penjualan berulang berdasarkan waktu dan total penjualan berdasarkan waktu. Pengujian model *dynamic changepoint* menggunakan uji data pasar pada 2 produk yaitu minuman jus *kiwi bubbles* dan makanan ringan *four second biscuits* . Pada akhir tahun, secara keseluruhan *error* ramalan penjualan hanya 5%. Beberapa standar pengukur kinerja peramalan yang digunakan yaitu indeks ramalan penjualan akhir tahun terhadap aktual kumulatif total penjualan minggu ke 52, indeks terbesar mewakili 100 *overforecast* dan menghitung MAPE (*mean absolute percentage error*). Keterbatasan dari model ini adalah belum mempertimbangkan pengembangan distribusi dan meniadakan setiap efek kompetitif (Fader, 2004).

Peramalan penerimaan mahasiswa baru menggunakan metode *fuzzy time series* terbaru menggunakan *first order* dan *time variant* dengan data histori penerimaan mahasiswa baru di Universitas Alabama. Dalam metode ini, langkah pertama adalah mendefinisikan *universe of discourse* dan membagi partisi *universe of discourse* kedalam beberapa *interval* dengan panjang *interval* yang sama kemudian diperoleh statistik distribusi data histori tiap *interval* dan membagi tiap *interval* menjadi dua *sub interval* dengan panjang yang sama. Selanjutnya definisikan nilai linguistik dengan representasi himpunan *fuzzy* berdasarkan *interval* yang dibagi kemudian lakukan fuzifikasi. Tentukan *fuzzy*

*logical relationship* dan langkah terakhir gunakan aturan-aturan untuk menentukan apakah tren peramalan naik atau turun dan menentukan hasil ramalan. Hasil ramalan metode ini menunjukkan tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Chen, 2004).

Metode *fuzzy time series* juga digunakan untuk meramal hasil panen gandum pada *Huge farm*. Perbandingan akurasi peramalan metode ini dengan metode Chen menunjukkan bahwa akurasi metode ini lebih baik dibanding metode Chen. Metode ini menerapkan batas interval atas, batas interval bawah dan nilai tengah interval untuk proses defuzzifikasi (Singh, 2007).

Selanjutnya Peramalan kurs mata uang Taiwan terhadap mata uang dolar dengan metode *fuzzy time series* model Markov *chain*. Sebelum menerapkan metode ini pada kasus kurs, terlebih dahulu dilakukan peramalan penerimaan mahasiswa baru dengan studi kasus pada universitas Alabama kemudian melakukan perbandingan tingkat akurasi peramalan dengan metode-metode sebelumnya. Hasil penelitian menunjukkan akurasi peramalan metode ini lebih baik dibanding dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Tsaur, 2011).

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1. Definisi Peramalan**

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) pengertian peramalan adalah kegiatan untuk menduga hal yang akan terjadi . Beberapa definisi lainnya tentang peramalan , yaitu :

- a. Peramalan diartikan sebagai penggunaan teknik-teknik statistik dalam bentuk gambaran masa depan berdasarkan pengolahan angka-angka historis (Buffa dkk., 1996).
- b. Peramalan merupakan bagian internal dari kegiatan pengambilan keputusan manajemen (Makridakis dkk., 1999).
- c. Peramalan adalah prediksi, rencana atau estimasi kejadian masa depan yang tidak pasti.

Metode peramalan merupakan cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa depan secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang relevan

pada masa yang lalu, sehingga dengan demikian metode peramalan diharapkan dapat memberikan objektivitas yang lebih besar. Selain itu metode peramalan dapat memberikan cara pengerjaan yang teratur dan terarah, dengan demikian dapat dimungkinkannya penggunaan teknik penganalisaan yang lebih maju. Dengan penggunaan teknik-teknik tersebut maka diharapkan dapat memberikan tingkat kepercayaan dan keyakinan yang lebih besar karena dapat diuji penyimpangan atau deviasi yang terjadi secara ilmiah.

### **2.2.2. Jenis-jenis Peramalan**

Berdasarkan sifatnya, peramalan dibedakan atas dua macam yaitu :

a. Peramalan Kualitatif

Peramalan kualitatif adalah peramalan yang didasarkan atas pendapat suatu pihak dan datanya tidak dapat direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka atau nilai. Hasil peramalan yang dibuat sangat bergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil peramalan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunnya.

b. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu dan dapat dibuat dalam bentuk angka yang biasa disebut sebagai data *time series* (Jumingan, 2009).

Hasil peramalan yang dibuat sangat bergantung pada metode yang dipergunakan dalam peramalan tersebut. Baik tidaknya metode yang dipergunakan ditentukan oleh perbedaan atau penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi. Jika penyimpangan semakin kecil antara hasil ramalan dengan kenyataan maka semakin baik pula metode yang digunakan.

### 2.2.3. Jangka Waktu Peramalan

Jangka waktu peramalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori , yaitu (Heizer dan Render, 2005):

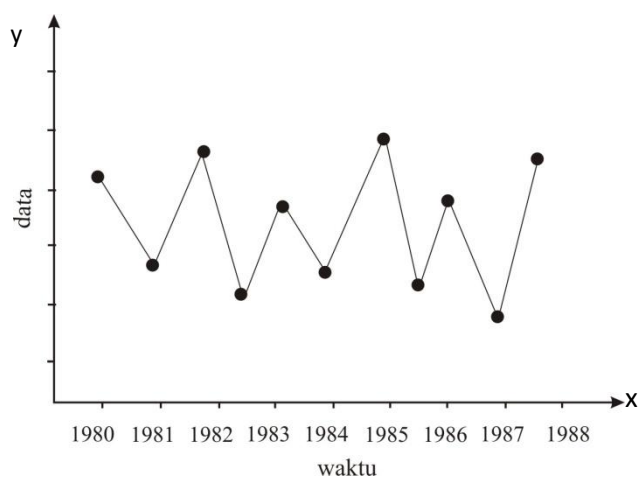
1. Peramalan jangka pendek, peramalan untuk jangka waktu kurang dari tiga bulan.
2. Peramalan jangka menengah, peramalan untuk jangka waktu antara tiga bulan sampai tiga tahun.
3. Peramalan jangka panjang, peramalan untuk jangka waktu lebih dari tiga tahun.

### 2.2.4. Jenis-jenis Pola Data

Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkala (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu (Makridakis dkk., 1999):

1. Pola Horizontal atau *Horizontal Data Pattern*

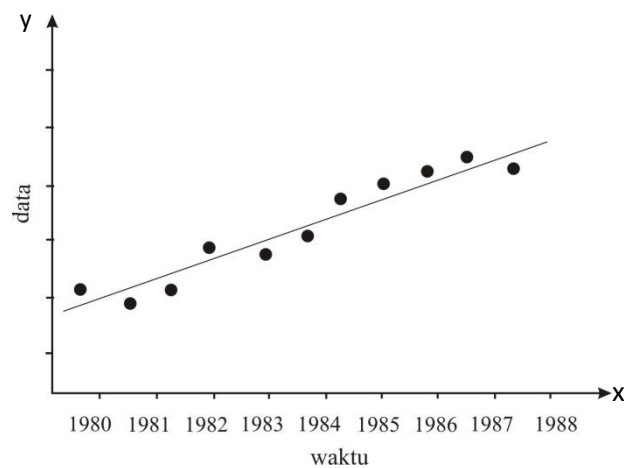
Pola data ini terjadi bilamana data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini. Bentuk pola horizontal ditunjukkan seperti Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pola data horizontal

2. Pola *Trend* (T) atau *Trend Data Pattern*

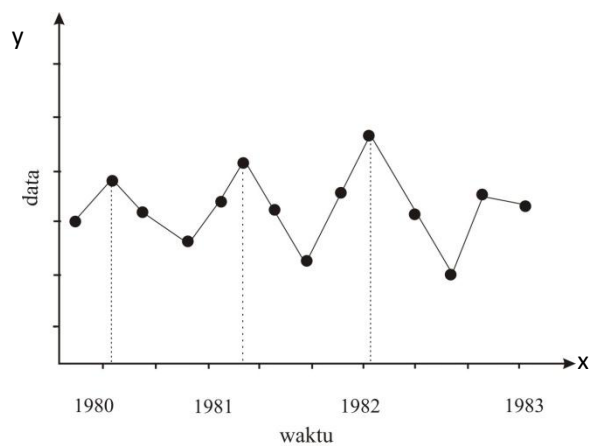
Pola data ini terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Contohnya penjualan perusahaan, Produk Bruto Nasional(GNP) dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya, selama perubahan sepanjang waktu. Bentuk pola *trend* ditunjukkan seperti Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pola data *trend*

3. Pola Musiman (S) atau *Seasonal Data Pattern*

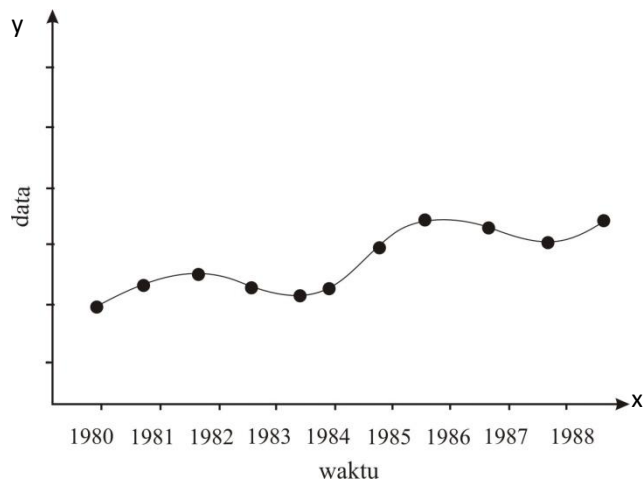
Pola data ini terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya, kuartal tahun tertentu, bulan atau hari-hari pada minggu tertentu). Penjualan dari produk seperti minuman ringan, es krim dan bahan bakar pemanas ruangan. Semuanya menunjukkan jenis pola ini. Bentuk pola musiman ditunjukkan seperti Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pola data musiman

#### 4. Pola Siklis atau *Cyclied Data Pattern*

Pola data ini terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti berhubungan dengan siklus bisnis. Contohnya penjualan produk seperti mobil, baja. Bentuk pola siklis ditunjukkan seperti Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pola data siklis

#### 2.2.5. Data Berkala

Data berkala adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk menggambarkan perkembangan suatu kegiatan. Analisis data berkala memungkinkan kita untuk mengetahui perkembangan suatu atau beberapa kejadian serta hubungan/pengaruhnya terhadap kejadian lainnya. Pola gerakan data atau nilai-nilai variabel dapat diikuti atau diketahui dengan adanya data berkala, sehingga data berkala dapat dijadikan sebagai dasar untuk :

1. Pembuatan keputusan pada saat ini.
2. Peramalan keadaan perdagangan dan ekonomi pada masa yang akan datang.
3. Perencanaan kegiatan untuk masa depan.

Gerakan-gerakan khas dari data *time series* dapat digolongkan ke dalam empat kelompok utama, yang sering disebut komponen-komponen *time series* :

1. Gerakan jangka panjang atau sekuler merujuk kepada arah umum dari grafik *time series* yang meliputi jangka waktu yang panjang.

2. Gerakan siklis atau variasi siklis merujuk kepada gerakan naik-turun dalam jangka panjang dari suatu garis atau kurva *trend*. Siklis yang demikian dapat terjadi secara periodik ataupun tidak, dapat ataupun tidak dapat mengikuti pola yang tepat sama setelah interval-interval waktu yang sama. Dalam kegiatan bisnis dan ekonomi, gerakan-gerakan hanya dianggap siklis apabila timbul kembali setelah interval waktu lebih dari satu tahun.
3. Gerakan musiman atau *seasonal movements* merujuk kepada pola-pola yang identik, atau hampir identik yang cenderung diikuti suatu *time series* selama bulan-bulan yang bersangkutan dari tahun ke tahun. Gerakan-gerakan demikian disebabkan oleh peristiwa-peristiwa yang berulang-ulang terjadi setiap tahun.
4. Gerakan tidak teratur atau *random movements* merujuk kepada gerakan-gerakan sporadis dari *time series* yang disebabkan karena peristiwa-peristiwa kebetulan seperti banjir, pemogokan, pemilihan umum dan sebagainya. Meskipun umumnya peristiwa-peristiwa tersebut dianggap menyebabkan variasi-variasi yang hanya berlangsung untuk jangka pendek, namun dapat saja terjadi bahwa peristiwa-peristiwa ini demikian hebatnya sehingga menyebabkan gerakan-gerakan siklis atau hal lain yang baru.

### **2.3. Peramalan Penjualan**

Peramalan penjualan mengacu kepada memprediksi penjualan mendatang berdasarkan data histori. Berkaitan dengan kompetensi dan globalisasi, peramalan penjualan memainkan peran penting pada sistem pengambilan keputusan pada perusahaan komersil (Kuo dan Xue, 1998). Efektifitas ramalan penjualan dapat menolong pengambil keputusan mengkalkulasi produksi dan biaya material serta menentukan harga jual (Au dan Chan, 2002). Ramalan penjualan akan menghasilkan resiko rendah pada *inventory*, respon cepat dan mencapai objektif pengantaran *Just In Time* (JIT) (Choi, 2006). Metode peramalan yang baik dapat menolong *retailers* mengurangi biaya *over stocking* dan *under stocking* (Eppen dan Iyer, 1997). Peramalan penjualan menjadi salah



satu tugas krusial dalam *supply chain management* ditengah ketidakpastian dan hal itu berpengaruh besar pada *retailer* dan *channel member* (Xiao dkk, 2008).

#### 2.4. Logika *fuzzy*

Logika *fuzzy* merupakan salah satu pembentuk *soft computing*. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lofti A. Zadeh pada tahun 1965 (Kusumadewi dan Purnomo, 2010). Ada beberapa definisi tentang logika *fuzzy* , diantaranya :

1. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan antara hitam dan putih, dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti “ sedikit”,”lumayan” dan “ sangat” (Zadeh, 1965).
2. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*, mempunyai nilai kontiniu dan logika *fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran (Kusumadewi, 2002).
3. Logika *fuzzy* adalah logika yang digunakan untuk menjelaskan keambiguan, dimana logika *fuzzy* adalah cabang teori dari himpunan *fuzzy*, himpunan yang menyelesaikan keambiguan (Vrusias, 2005).
4. Logika *fuzzy* menyediakan suatu cara untuk merubah pernyataan linguistik menjadi suatu numerik (Synaptic, 2006).

##### 2.4.1. Himpunan *Fuzzy*

Pada himpunan tegas atau *crisp*, nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$  yang sering ditulis dengan  $\mu_A(x)$  memiliki dua kemungkinan (Kusumadewi dan Purnomo, 2010) yaitu:

1. Satu (1) yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
2. Nol (0) yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila  $x$  memiliki nilai keanggotaan *fuzzy*  $\mu_A(x) = 0$  berarti  $x$  tidak menjadi anggota himpunan  $A$ . Demikian juga, apabila  $x$  memiliki nilai keanggotaan *fuzzy*

$\mu_A(x)=1$  berarti  $x$  menjadi anggota penuh pada himpunan  $A$ . Keanggotaan *fuzzy* memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan.

Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu :

1. Linguistik yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : dingin, sejuk, normal, hangat dan panas.
2. Numeris yaitu suatu nilai atau angka yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti : 40, 25,50 dan sebagainya.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu (Kusumadewi dan Purnomo, 2010):

1. Variabel *fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh : umur, temperatur, penjualan, permintaan dan sebagainya.

2. Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh : Variabel umur terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu MUDA, PAROBAYA dan TUA. Variabel temperatur terbagi menjadi 5 himpunan *fuzzy* yaitu DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT dan PANAS.

3. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif dan negatif.

4. *Domain*

*Domain* himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, *domain* merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai *domain* dapat berupa bilangan positif atau negatif.

## 2.5. Fuzzy Time Series

Teori himpunan *fuzzy* Zadeh digunakan untuk mengembangkan model *time variant* dan *time invariant* peramalan *fuzzy time series* dengan menerapkan pada masalah peramalan pendaftaran mahasiswa baru dengan data berkala pada Universitas Alabama (Song dan Chissom, 1993). Beberapa penelitian dan pengembangan metode ini yaitu peramalan dengan metode *fuzzy time series* pada pendaftaran mahasiswa baru Universitas Alabama menggunakan operasi aritmetika sederhana (Chen, 1996), Model *second order fuzzy time series* untuk meramal pendaftaran mahasiswa di Universitas Alabama (Tsai dan Wu, 1999), Menggunakan model *high order fuzzy time series* untuk mengatasi kelemahan model *first order fuzzy time series* dengan mengimplementasikan pada peramalan pendaftaran mahasiswa pada Universitas Alabama (Chen, 2002), Model 2 faktor *high-order fuzzy logical relationship* untuk meningkatkan akurasi peramalan (Lee dkk, 2006) selanjutnya metode *high order fuzzy time series* untuk memprediksi temperatur dan peramalan TAIEX (Lee dkk, 2008).

### 2.5.1. Dasar-dasar Fuzzy Time Series

Berbagai definisi dan *properties* peramalan *fuzzy time series* diringkas sebagai berikut :

**Definisi 1.** Himpunan *fuzzy* merupakan objek klas-klas dengan rangkaian kesatuan nilai keanggotaan. Misalkan  $U$  adalah *universe of discourse*,  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ , dimana  $u_i$  merupakan nilai linguistik yang mungkin dari  $U$  kemudian sebuah himpunan *fuzzy* variabel linguistik  $A_i$  dari  $U$  didefinisikan dengan persamaan 2.2 berikut.

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (2.2)$$

Dimana  $\mu_{A_i}$  merupakan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy*  $A_i$  sehingga  $\mu_{A_i} : U \rightarrow [0,1]$ .

Jika  $u_j$  keanggotaan dari  $A_i$  maka  $\mu_{A_i}$  adalah derajat yang dimiliki  $u_j$  terhadap  $A_i$  (Singh, 2007).

**Definisi 2.** Misalkan  $Y(t)$  ( $t = \dots, 0, 1, 2, \dots$ ) subset  $R^1$ , menjadi *universe discourse* dengan himpunan *fuzzy*  $f_i(t)$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) didefinisikan dan  $F(t)$  adalah kumpulan dari  $f_1(t), f_2(t), \dots$ , maka  $F(t)$  disebut *fuzzy time series* didefinisikan pada  $Y(t)$  ( $t = \dots, 0, 1, 2, \dots$ ). Dari definisi tersebut  $F(t)$  dapat dipahami sebagai variabel linguistik  $f_i(t)$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) dari nilai kemungkinan linguistik  $F(t)$ . Karena pada waktu yang berbeda, nilai  $F(t)$  dapat berbeda,  $F(t)$  sebagai himpunan *fuzzy* adalah fungsi dari waktu  $t$  dan *universe discourse* berbeda di tiap waktu maka digunakan  $Y(t)$  untuk waktu  $t$  (Song and Chissom, 1993).

**Definisi 3.** Misalkan  $F(t)$  disebabkan hanya oleh  $F(t-1)$  dan ditunjukkan dengan  $F(t-1) \rightarrow F(t)$  maka ada *Fuzzy Relation* antara  $F(t)$  dan  $F(t-1)$  yang diekspresikan dengan rumus :

$$F(t) = F(t-1) \circ R(t, t-1) \quad (2.3)$$

Dimana “ $\circ$ ” merupakan operator komposisi Max-Min. Relasi  $R$  disebut model *first order*  $F(t)$ .

Selanjutnya, jika relasi *fuzzy*  $R(t-1, t)$  dari  $F(t)$  merupakan independen waktu  $t$  sehingga untuk waktu berbeda  $t_1$  dan  $t_2$ ,  $R(t_1, t_1-1) = R(t_2, t_2-1)$  sehingga  $F(t)$  disebut *time-invariant fuzzy time series* (Singh, 2007).

**Definisi 4.** Jika  $F(t)$  dihasilkan oleh beberapa himpunan *fuzzy*  $F(t-n), F(t-n+1), \dots, F(t-1)$  maka *fuzzy relationship* dilambangkan dengan  $A_i, A_{i2}, \dots, A_{in} \rightarrow A_j$

Dimana  $F(t-n) = A_{i1}, F(t-n+1) = A_{i2}, \dots, F(t-1) = A_{in}, F(t) = A_j$  dan *relationship* seperti itu disebut model  $n^{th}$  order *fuzzy time series* (Singh, 2007).

**Definisi 5.** Misalkan  $F(t)$  dihasilkan oleh  $F(t-1), F(t-2), \dots$ , dan  $F(t-m)$  ( $m > 0$ ) secara simultan dan relasi adalah *time variant* maka  $F(t)$  disebut

menjadi *time variant fuzzy time series* dan relasi dapat diekspresikan dengan rumus :

$$F(t) = F(t-1) \circ R^w(t, t-1) \quad (2.4)$$

Dimana  $W > 1$  merupakan parameter waktu (bulan atau tahun) yang mempengaruhi ramalan  $F(t)$  (Singh, 2007).

Pada tesis ini akan digunakan **definisi 1**, **definisi 3**, **defenisi 5** dan selanjutnya diterapkan dalam algoritma Ruey Chyn Tsaur dan S R Singh.

## 2.6. Algoritma S R Singh

Langkah-langkah peramalan dengan metode yang diajukan oleh S R Singh (Singh, 2007) sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data ( $Y_t$ )
2. Definisikan *Universe of discourse*  $U$  berdasarkan jarak yang tersedia pada histori data runtun waktu, dengan aturan  $U = [D_{\min} - D_1, D_{\max} - D_2]$  dimana  $D_1$  dan  $D_2$  merupakan dua bilangan positif yang tepat.
3. Partisi *universe of discourse* kedalam panjang interval yang sama :  $U_1, U_2, \dots, U_m$  . Jumlah interval akan sesuai dengan jumlah variabel linguistik  $A_1, A_2, \dots, A_m$  .
4. Membuat himpunan fuzzy  $A_i$  sesuai dengan interval pada langkah 2 dan gunakan aturan keanggotaan trigular pada setiap interval tiap himpunan fuzzy yang dibangun.
5. Fuzzifikasi data historis dan tentukan *fuzzy logical relationships* dengan aturan : jika  $A_i$  maka fuzzy menghasilkan bulan  $n$  dan  $A_j$  merupakan hasil fuzzifikasi tahun  $n+1$  maka *fuzzy logical relation* ditunjukkan sebagai  $A_i \rightarrow A_j$  dimana  $A_i$  disebut keadaan sekarang dan  $A_j$  keadaan berikutnya.

6. Perhitungan peramalan :

Definisi notasi-notasi yang digunakan

$[*A_j]$  adalah interval yang sesuai  $u_j$  merupakan keanggotaan dalam  $A_j$  adalah *Supremum*.

$L[*A_j]$  adalah batas bawah interval  $u_j$ .

$U[*A_j]$  adalah batas atas interval  $u_j$ .

$l[*A_j]$  adalah panjang interval  $u_j$  dimana keanggotaan dalam  $A_j$  adalah *Supremum*.

$M[*A_j]$  adalah nilai tengah interval  $u_j$  memiliki nilai *Supremum* dalam  $A_j$ .

Untuk *fuzzy logical relation*  $A_i \rightarrow A_j$ :

$A_i$  merupakan fuzzifikasi penjualan tahun  $t-1$

$A_j$  merupakan fuzzifikasi penjualan tahun  $t$

$E_j$  merupakan nilai aktual penjualan tahun  $t$

$E_i$  merupakan nilai aktual penjualan tahun  $t-1$

$E_{i-1}$  merupakan nilai aktual penjualan tahun  $t-2$

$E_{i-2}$  merupakan nilai aktual penjualan tahun  $t-3$

$E_{i-3}$  merupakan nilai aktual penjualan tahun  $t-4$

$E_{i-4}$  merupakan nilai aktual penjualan tahun  $t-5$

$F_j$  merupakan nilai *crisp* ramalan penjualan tahun  $t$

## 2.7. Algoritma Ruey Chyn Tsaur

Langkah-langkah peramalan dengan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur adalah sebagai berikut (Tsaur, 2011) :

1. Mengumpulkan data( $Y_t$ ).
2. Menentukan nilai maksimum dan minimum dari data untuk mendefinisikan *Universe of Discourse*  $U = [D_{\min} - D_1, D_{\max} + D_2]$ , dimana  $D_1$  dan  $D_2$  adalah nilai konstanta.
3. Menentukan *interval I* menggunakan metode *average based length* (Duru dan Yoshida, 2009) dengan langkah-langkah berikut :
  - a. Hitung selisih  $D_{vt}$ ,  $D_{vt-1}$  kemudian hitung rata-ratanya dengan rumus 2.5.

$$av = \frac{\sum_{i=1}^n |D_t - D_{t-1}|}{n-1} \quad (2.5)$$

Dimana,

$av$  adalah nilai rata-rata.

$n$  adalah jumlah observasi.

$D_i$  adalah data ke  $i$ .

$D_{i-1}$  adalah data ke  $i-1$ .

b. Bagi dua nilai rata-rata.

$$B = \frac{av}{2} \quad (2.6)$$

Dimana  $B$  adalah nilai basis.

c. Besar *interval*  $I$  adalah pembulatan nilai  $B$  kemudian basis ditentukan berdasarkan Tabel 2.1 (Duru dan Yoshida, 2009) .

Tabel 2.1 Tabel Pemetaan Basis

<b><i>Range</i></b>	<b><i>Base</i></b>
0.1-1.0	0.1
1.1-10	1
11-100	10
101-1000	100
1001 – 10000	1000

4. Jumlah *interval fuzzy* diketahui dengan rumus berikut :

$$m = \frac{(D_{\max} + D_1 - D_{\min} + D_2)}{I} \quad (2.7)$$

5. Tentukan himpunan *fuzzy logical* .

6. Tentukan *fuzzy logical relationship*.

7. Cari *fuzzy logical relationship group*.

8. Menghitung hasil ramalan ( $\hat{Y}_t$ ) melalui *fuzzy logical relationship group*.

Untuk menemukan probabilitas pada *next state* menggunakan matriks transisi.  $n$  *state* didefinisikan untuk setiap langkah pada  $n$  *fuzzy set*, hingga dimensi matrik transisi adalah  $n \times n$ . Jika *state*  $A_i$  membuat transisi ke *state*

$A_j$  dan melalui *state* lain  $A_k, i, j = 1, 2, \dots, n$ . Rumus probabilitas transisi *state* adalah sebagai berikut (Ross, 2003):

$$P_{ij} = (M_{ij}) / M_i, \quad (2.8)$$

Dimana ,

$i, j = 1, 2, \dots, n$ .

$P_{ij}$  adalah probabilitas transisi dari *state*  $A_i$  ke  $A_j$  satu langkah.

$M_{ij}$  adalah jumlah transisi dari *state*  $A_i$  ke  $A_j$  satu langkah.

$M_i$  adalah jumlah data yang termasuk dalam *state*  $A_i$ .

Probabilitas transisi matrik **R** dapat dituliskan sebagai berikut :

$$R = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & & & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Beberapa definisi pada matrik R (Ross, 2003), yaitu:

- Jika  $P_{ij} \geq 0$  maka *state*  $A_j$  dapat diakses dari *state*  $A_i$ .
- Jika *state*  $A_i$  dan  $A_j$  saling mengakses satu dengan yang lain maka  $A_i$  berkomunikasi dengan  $A_j$ .

Aturan-aturan untuk menentukan nilai peramalan :

**Aturan 1** : jika *fuzzy logical relationship*  $A_i$  adalah relasi *one to one* (misalnya  $A_i \rightarrow A_k$  dimana  $P_{ik} = 1$  dan  $P_{ij} = 0, j \neq k$ ) maka nilai peramalan  $F(t)$  adalah  $m_k$  nilai tengah dari  $u_k$ .

**Aturan 2** : jika *fuzzy logical relationship*  $A_i$  adalah relasi *one to many* (misalnya  $A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n, j = 1, 2, \dots, n$ ), dimana data yang diambil  $Y_{t-1}$  pada waktu  $(t-1)$  pada *state*  $A_j$ , maka peramalan  $\hat{Y}1_t$  adalah :

$$\hat{Y}1_t = m_{j-1} P_{j(j-1)} + Y_{(t-1)} P_{jj} + m_{j+1} P_{j(j+1)} \quad (2.10)$$



Dimana,

$m_{j-1}, m_{j+1}$  adalah nilai tengah  $u_{j-1}, u_{j+1}$ .

$Y_{(t-1)}$  adalah nilai dari *state*  $A_j$  pada waktu  $t - 1$ .

9. Mengatur kecenderungan nilai peramalan. Beberapa pengaturan nilai peramalan yang disarankan untuk memperbaiki *error*, yaitu :

a. Jika *state*  $A_i$  berkomunikasi dengan  $A_j$ , dimulai dari *state*  $A_i$  pada waktu  $t - 1$  sebagai  $Y_{(t-1)} = A_i$  dan membuat transisi menaik ke *state*  $A_j$  pada waktu  $t$  dimana  $(i < j)$  maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah:

$$D_{t1} = (l/2) \quad (2.11)$$

dimana,

$l$  adalah nilai basis interval.

b. Jika *state*  $A_i$  berkomunikasi dengan  $A_j$ , dimulai dari *state*  $A_i$  pada waktu  $t - 1$  sebagai  $Y_{(t-1)} = A_i$  dan membuat transisi menaik ke *state*  $A_j$  pada waktu  $t$  dimana  $(i > j)$  maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah:

$$D_{t1} = -(l/2) \quad (2.12)$$

c. Jika arah *state* ke dalam *state*  $A_i$  pada waktu  $t - 1$  sebagai  $Y_{(t-1)} = A_i$  dan membuat transisi melompat maju ke *state*  $A_{i+s}$  pada waktu  $t$  dimana  $(1 \leq s \leq n - i)$  maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah:

$$D_{t2} = (l/2)s \quad (2.13)$$

dimana,

$s$  adalah jumlah lompatan ke depan.

d. Jika proses didefinisikan ke *state*  $A_i$  pada waktu  $t-1$  sebagai  $Y_{(t-1)} = A_i$  dan membuat transisi melompat ke belakang *state*  $A_{i-v}$  pada waktu  $t$  dimana  $(1 \leq v \leq i)$  maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah:

$$D_{t2} = -(l/2)v \quad (2.14)$$

dimana,

$v$  adalah jumlah lompatan ke belakang.

**10.** Menentukan hasil peramalan dengan nilai pengaturan kecenderungan.

Jika *fuzzy logical relationship group*  $A_i$  adalah *one to many* dan *state*  $A_{i+1}$  dapat diakses dari  $A_i$  dimana *state*  $A_i$  berkomunikasi dengan  $A_i$  maka hasil peramalan menjadi,

$$\hat{Y}_t = \hat{Y}1_t + D_{t1} + D_{t2} \quad (2.15)$$

Jika *fuzzy logical relationship group*  $A_i$  adalah *one to many* dan *state*  $A_{i+1}$  dapat diakses dari  $A_i$  dimana *state*  $A_i$  tidak berkomunikasi dengan  $A_i$  maka hasil peramalan menjadi,

$$\hat{Y}_t = \hat{Y}1_t + D_{t1} \quad (2.16)$$

Jika *fuzzy logical relationship group*  $A_i$  adalah *one to many* dan *state*  $A_{i-2}$  dapat diakses dari  $A_i$  dimana *state*  $A_i$  tidak berkomunikasi dengan  $A_i$  maka hasil peramalan menjadi,

$$\hat{Y}_t = \hat{Y}1_t + 2 * D_{t2} \quad (2.17)$$

## 2.8. Ketepatan metode Peramalan

Dalam banyak situasi peramalan, ketepatan dipandang sebagai kriteria penolakan untuk memilih suatu metode peramalan. Dalam banyak hal, kata ketepatan menunjuk ke *goodness of fit*, yang pada akhirnya penunjukan seberapa jauh model peramalan tersebut mampu mereproduksi data yang telah diketahui

(Makridakis dkk, 1999). MSE adalah metode untuk mengevaluasi metode peramalan (singh, 2009). Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah observasi. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. Berikut rumus untuk menghitung MSE :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad (2.18)$$

dimana ,

MSE adalah nilai *mean square error*.

$Y_t$  adalah data aktual penjualan mobil pada tahun  $t$ .

$\hat{Y}_t$  adalah data hasil ramalan penjualan mobil dengan metode *fuzzy time series*

Ruey Chyn Tsaur pada tahun  $t$ .

$n$  adalah jumlah data penjualan mobil.

$t$  adalah tahun penjualan mobil.

*Standard deviation error* (SDE) merupakan perhitungan *error* dalam bentuk perhitungan standar deviasi (Makridakis dkk, 1999), berikut rumus menghitung SDE:

$$SDE = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (2.19)$$

dimana ,

SDE adalah nilai *standard deviation error*.

$Y_t$  adalah data aktual penjualan mobil pada tahun  $t$ .

$\hat{Y}_t$  adalah data hasil ramalan penjualan mobil dengan metode *fuzzy time series*

Ruey Chyn Tsaur pada tahun  $t$ .

$n$  adalah jumlah data penjualan mobil.

$t$  adalah tahun penjualan mobil.

### BAB III

#### METODE PENELITIAN

##### 2.9. Bahan Penelitian

Bahan yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian dalam pembuatan sistem peramalan penjualan dengan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur adalah data histori penjualan mobil nasional dari tahun 2000 sampai tahun 2012. Sumber data berasal dari situs internet Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO) <http://gaikindo.or.id>. Data histori penjualan mobil terdiri dari beberapa jenis yaitu :

1. Sedan dengan tipe :
  - a. Kapasitas mesin  $< 1500$  cc
  - b. Kapasitas mesin antara 1500 cc hingga 3000 cc
  - c. Kapasitas mesin  $> 3000$  cc
2. *Multi Purpose Vehicle* (MPV) 4X2 dengan tipe :
  - a. Kapasitas mesin  $< 1500$  cc
  - b. Kapasitas mesin antara 1500 cc hingga 3000 cc
  - c. Kapasitas mesin antara 2500 cc hingga 3000 cc
3. *Sport Utility Vehicle* (SUV) 4X4 dengan tipe :
  - a. Kapasitas mesin antara 1500 cc hingga 3000 cc
  - b. Kapasitas mesin  $> 3000$  cc
4. Bus dengan tipe :
  - a. *Gross vehicle weight* (GVW) 5-10 ton (G/D)
  - b. *Gross vehicle weight* (GVW) 10-24 ton (G/D)
5. *Pickup/Truck* dengan tipe :
  - a. *Gross vehicle weight* (GVW)  $< 5$  ton (G/D)
  - b. *Gross vehicle weight* (GVW) 5-10 ton (G/D)
  - c. *Gross vehicle weight* (GVW) 10-24 ton (G/D)
  - d. *Gross vehicle weight* (GVW)  $> 24$  ton (G/D)

6. *Double Cabin 4X2/4X4*

- a. *Gross vehicle weight (GVW) < 5 ton (G/D)*

Data histori penjualan mobil nasional menjadi data *input* pada aplikasi peramalan penjualan dengan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur .

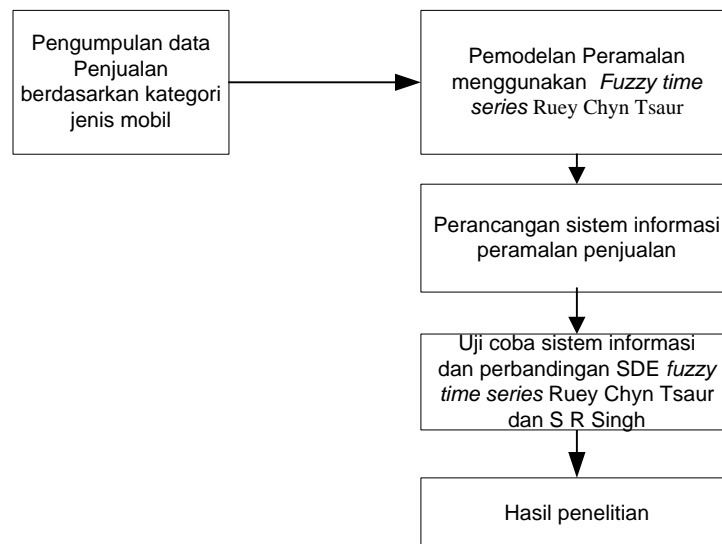
**2.10. Alat Penelitian**

Alat penelitian yang dipergunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Perangkat keras adalah peralatan dalam komputer yang secara fisik dapat dilihat. Spesifikasi perangkat keras yang digunakan adalah : *RAM 2 GB , Processor intel Pentium B940 2.0 Ghz, HDD 320 GB, Keyboard, Monitor, Mouse.*
2. Perangkat lunak dalam sistem komputer merupakan serangkaian perintah dengan aturan tertentu yang mengatur operasi perangkat keras. Perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah *PHP 5.2.2, Mysql 5.0.37 dan Wamp Server 5.*

### 2.11. Prosedur Penelitian

Diagram prosedur penelitian sistem informasi peramalan penjualan dengan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur ditunjukkan seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur penelitian peramalan penjualan dengan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur

Berikut penjelasan prosedur penelitian peramalan penjualan dengan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur seperti yang digambarkan pada Gambar 3.1.

### 2.12. Pengumpulan Data Penjualan

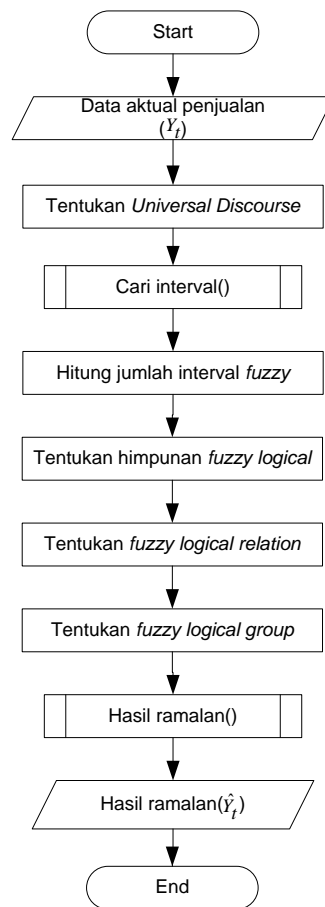
Data penjualan mobil diperoleh dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO). Data dikelompokkan berdasarkan kategori jenis dan tipe mobil yang ada. Pengelompokan dilakukan agar peramalan dilakukan sesuai dengan jenis dan tipe mobil.

### 2.13. Pemodelan Peramalan menggunakan Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur

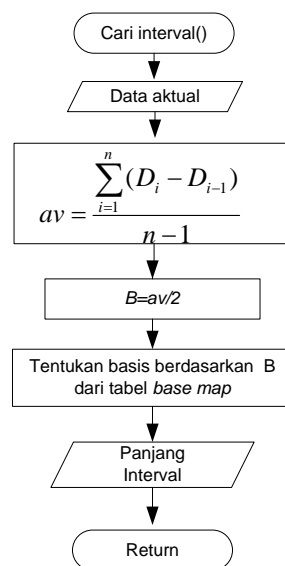
Tahapan-tahapan yang dilakukan dengan menggunakan prosedur metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur, yaitu:

- a. Menentukan *universe of discourse* dan membaginya ke dalam interval dengan panjang yang sama. Pada tahap ini dicari nilai minimum dan maksimum dari setiap data aktual penjualan per tahun ( $Y_t$ ) untuk sejumlah data penjualan ( $n$ ) kemudian dijadikan sebagai himpunan semesta data aktual penjualan ( $U = [min, max]$ ).
- b. Pemisahan *universe of discourse* ke dalam interval dengan panjang yang sama yaitu :  $u_1, u_2, \dots, u_m$ . Jumlah interval akan sesuai dengan jumlah variabel linguistik. Untuk menentukan besar interval digunakan metode *average base length*.
- d. Fuzzifikasi data histori  
Tahap ini menentukan nilai keanggotaan pada masing-masing himpunan *fuzzy* dari data historis, dengan nilai keanggotaan 0 sampai 1. Nilai keanggotaan ini diperoleh dari fungsi keanggotaan yang telah dibuat sebelumnya. Mengubah besaran tegas menjadi besaran *fuzzy*.
- e. Menentukan *fuzzy logical relationships* (FLR's).  
Tahap ini menentukan relasi logika *fuzzy* yaitu  $A_j \rightarrow A_i$ . Dimana  $A_j$  merupakan *current state* dan  $A_i$  adalah *next state*.
- f. Menentukan *fuzzy logical relationships group*.  
Tahap ini mengelompokkan *fuzzy logical relationships* kedalam beberapa kelompok.
- g. Menghitung hasil ramalan per tahun ( $\hat{Y}_t$ ).
- h. Menghitung *error* peramalan dengan MSE seperti pada rumus 2.18.

Tahapan algoritma tersebut di atas digambarkan dalam simbol-simbol diagram alir secara detil pada Gambar 3.2 sampai dengan Gambar 3.6.

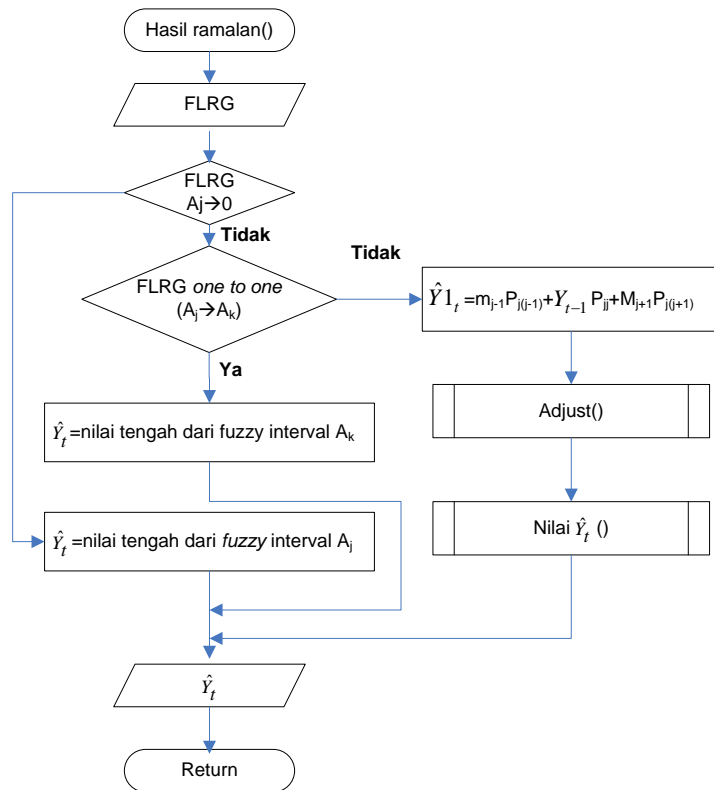


Gambar 3.2 *Flowchart* metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur untuk peramalan penjualan mobil nasional.

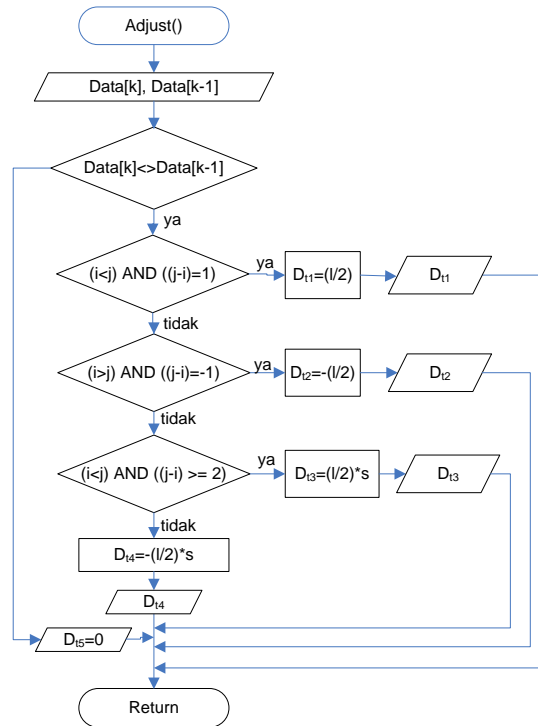


Gambar 3.3 *Flowchart* menghitung nilai panjang interval

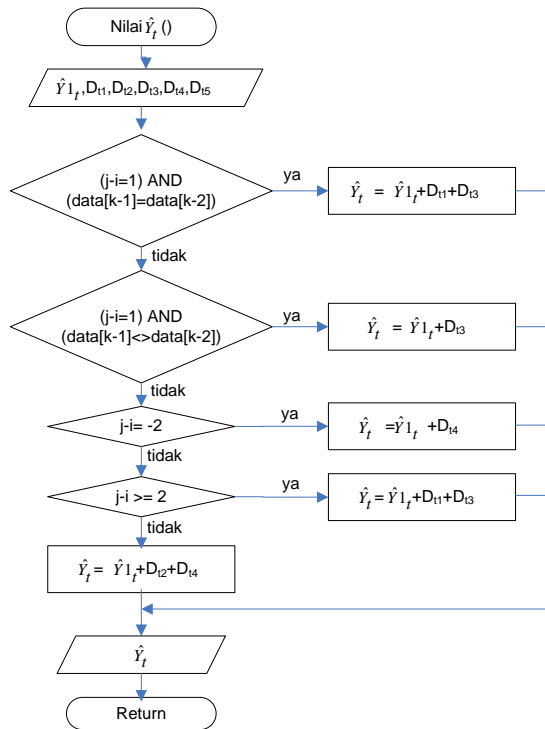




Gambar 3.4 *Flowchart* prosedur Hasil ramalan().



Gambar 3.5 *Flowchart* prosedur Adjust().



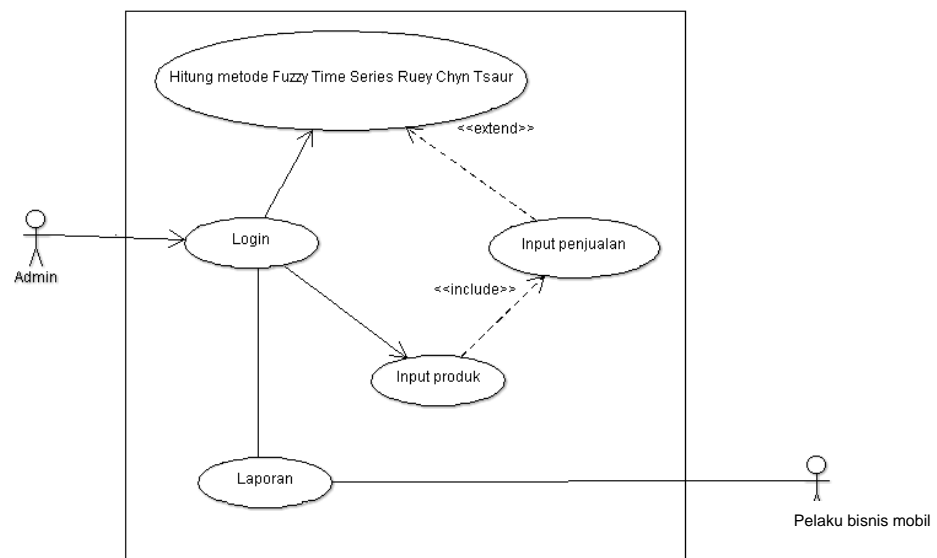
Gambar 3.6 *Flowchart* prosedur Nilai  $\hat{Y}_t$  ().

## 2.14. Perancangan Sistem Informasi

Perancangan sistem informasi peramalan penjualan dibuat dengan diagram UML (*Unified Modeling Language*). Diagram yang dibuat ada tiga macam yaitu diagram *use case* untuk mengetahui *actor* dan *use case* yang berperan dan hubungan antar keduanya, diagram *class* untuk mengetahui modul atau *class* apa saja yang ada dalam sistem, dan diagram *activity* untuk mengetahui alur kerja dari masing-masing *actor*.

### 1.14.1.1. Diagram Use Case

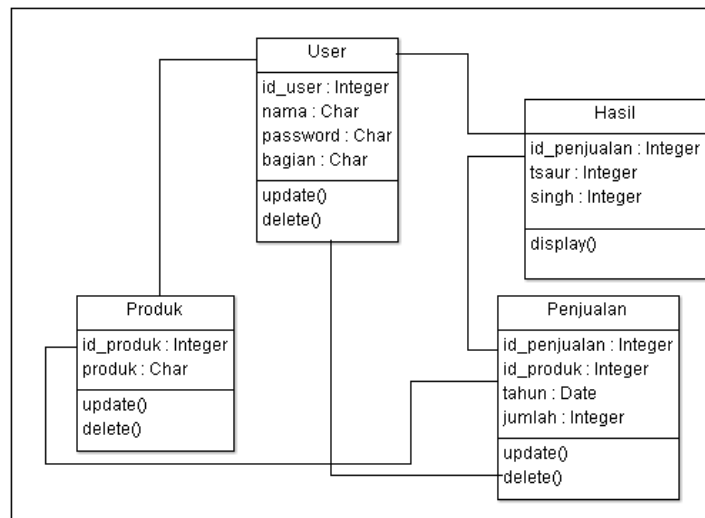
Admin berfungsi untuk mengelola data produk, data penjualan dan melihat proses peramalan dengan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur sedangkan pelaku bisnis berfungsi untuk melihat data penjualan dan hasil peramalan. Diagram *use case* dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Diagram *use case*.

### 1.14.1.2. Diagram Class

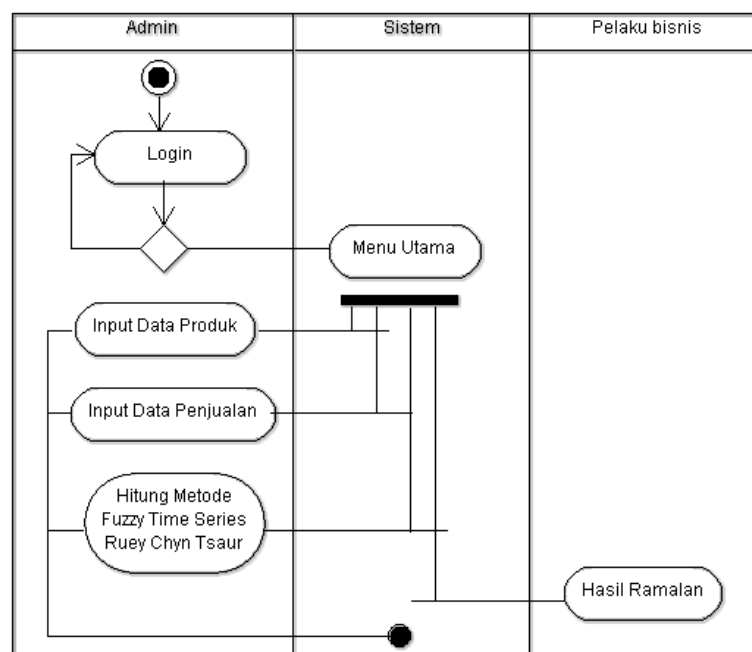
Merupakan perancangan *database* sistem. Diagram ini menunjukkan interaksi antar kelas yang ada dalam sistem. Diagram *class* dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Diagram *class*.

#### 1.14.1.3. Diagram *activity*

Diagram *activity* menggambarkan berbagai alir aktifitas dalam sistem yang sedang dirancang, gambaran awal dari masing-masing alir, keputusan yang terjadi dan gambaran akhir. Diagram *activity* sistem dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Diagram *activity*

#### 1.14.1.4. Perancangan Database

Pada sistem ini terdapat 4 tabel, diantaranya adalah:

##### 1. Desain Tabel *User*

Tabel *User* berfungsi untuk menyimpan data-data Id User, nama, password dan bagian.

Tabel 3.1 Desain Tabel User

No	Field	Type	Size
1	Id_user	Integer	10
2	nama	Varchar	30
3	password	Varchar	20
4	bagian	Varchar	20

##### 2. Desain Tabel Produk

Tabel produk berfungsi untuk menyimpan data-data id\_produk, nama.

Tabel 3.2 Desain Tabel Produk

No	Field	Type	Size
1	Id_produk	Integer	10
2	nama	Varchar	30

##### 3. Desain Tabel Penjualan

Tabel penjualan berfungsi untuk menyimpan data-data id\_penjualan, ind\_produk, jumlah dan tahun.

Tabel 3.3 Desain Tabel Penjualan

No	Field	Type	Size
1	Id_penjualan	Integer	10
2	Id_produk	Integer	10
3	tahun	Date	4
4	jumlah	Integer	10

##### 4. Desain Tabel Hasil

Tabel hasil berfungsi untuk menyimpan hasil ramalan terdiri dari id\_hasil, id\_penjualan, singh dan tsaur.

Tabel 3.4. Desain Tabel Hasil

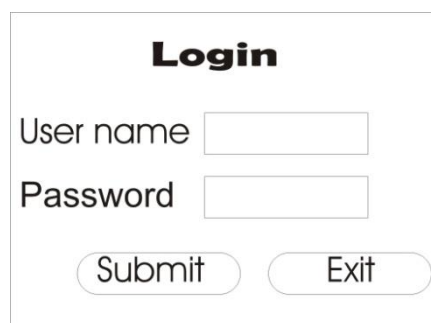
No	Field	Type	Size
1	id_hasil	Integer	10
2	id_penjualan	Integer	10
3	singh	Integer	10
4	tsaur	Integer	10

#### 1.14.1.5. Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka merupakan gambaran atau bahan dari suatu aplikasi yang dibangun. Rancangan antar muka yang dibangun adalah tampilan awal, menu **Data Histori** terdiri dari beberapa sub menu, **Fuzzy** terdiri dari beberapa sub menu, menu **Ramalan** dan menu **Grafik**.

#### 3.6.5.1 Rancangan Antarmuka Tampilan Awal

Rancangan antarmuka ini sebagai tampilan awal yang muncul ketika aplikasi diaktifkan. Rancangan antarmuka ini diawali dengan form login yang ditunjukkan seperti pada Gambar 3.10 dan selanjutnya menampilkan tampilan awal seperti pada Gambar 3.11.



A login form with a title "Login" in bold. Below the title are two input fields: "User name" and "Password". At the bottom are two buttons: "Submit" and "Exit".

Gambar 3.10 Rancangan antarmuka login



The main application interface has a title bar "Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time". Below the title bar is a navigation menu with five items: "Home", "Data Histori", "Fuzzy", "Ramalan", and "Grafik". The main content area contains the text "Sunneng Sandino Berutu", "Universitas Diponegoro", and "Semarang" on the left, and a box labeled "Logo Undip" on the right.

Gambar 3.11 Rancangan antarmuka halaman pertama.

Keterangan :

1. Menu **Home** merupakan halaman berisi informasi mengenai judul penelitian, logo dan identitas.
2. Menu **Data Histori** berisi *sub* menu **Kategori**, **Setting time series** dan **Data Penjualan**.
3. Menu **Fuzzy** berisi *sub* menu **Fuzzy Logical Set**, **Fuzzyfikasi**, **Fuzzy Logical Relationship** , **Fuzzy Logical Relationship Group**.
4. Menu **Ramalan** untuk menampilkan hasil ramalan dan *error* peramalan.
5. Menu **Grafik** untuk menampilkan grafik setiap kategori.

#### 3.6.5.2 Rancangan Antarmuka Menu Data Histori

Menu **Data histori** terdiri dari beberapa *sub* menu yaitu *sub* menu **Kategori**, **Setting time series** dan **data penjualan**. Rancangan antar muka setiap *sub* menu tersebut ditampilkan sebagai berikut :

##### a. Sub menu Kategori

*Sub* menu **Kategori** digunakan untuk menampilkan halaman proses menambah, mengedit dan menghapus kategori dan tipe mobil. Rancangan antar muka untuk tampilan *sub* menu **Kategori** pada Gambar 3.12.

Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series				
Home	Data Histori	Fuzzy	Ramalan	Grafik
Proses Tambah, Edit dan Hapus Kategori Mobil				
Tambah Kategori				
No	Nama Kategori	Menu		

Gambar 3.12 Tampilan *Sub* menu **Kategori**

Keterangan :

1. Tombol **Tambah Kategori** untuk menampilkan halaman yang berisi *form* untuk menambah kategori dan tipe mobil ke dalam *database*. Rancangan antar muka **Form Tambah Kategori** ditampilkan pada Gambar 3.13.
2. Pada daftar kategori terdapat 3 kolom yaitu **No** untuk menampilkan nomer, **Nama Kategori** untuk menampilkan nama kategori dan **Menu** untuk menampilkan *link* **Edit** dan **Hapus** kategori dan tipe mobil . *Link* **Edit** untuk menampilkan *form* mengedit kategori dan tipe mobil, rancangan antar muka **Form Edit Kategori** ditampilkan pada Gambar 3.14 sedangkan *link* **Hapus** untuk menampilkan *form* menghapus kategori dan tipe mobil, rancangan antar muka **Form Hapus Kategori** ditampilkan pada Gambar 3.15.

Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series				
Home	Data Histori	Fuzzy	Ramalan	Grafik

Form Tambah kategori

Nama Kategori

Gambar 3.13 Rancangan antar muka **Form Tambah Kategori**

Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series				
Home	Data Histori	Fuzzy	Ramalan	Grafik

Form Edit kategori

Nama Kategori

Gambar 3.14 Rancangan antar muka **Form Edit Kategori**



Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series

Home

Data Histori

Fuzzy

Ramalan

Grafik

Form Hapus kategori

Nama Kategori

Hapus

Batal

Gambar 3.15 Rancangan antar muka **Form Hapus Kategori**

**b. Sub menu Setting time series**

*Sub* menu ini untuk menampilkan halaman yang berguna untuk mengatur *time series* data penjualan. Rancangan antar muka **Setting Time Series** ditampilkan pada Gambar 3.16.

Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series

Home

Data Histori

Fuzzy

Ramalan

Grafik

Pengaturan Time Series Data Penjualan

No	Nama Kategori	Time Series From	Menu

Gambar 3.16 Rancangan antarmuka sub menu **Setting Time Series**.

Keterangan :

1. Pada halaman pengaturan *time series* menampilkan tabel yang terdiri dari beberapa kolom yaitu: **No** untuk menampilkan nomer, **Nama Kategori** untuk menampilkan jenis kategori, **Time Series From** untuk menampilkan tahun awal data dan **Menu** menampilkan *link Edit Time Series*. *Link Edit time series* untuk menampilkan **Form Edit Time Series**. Rancangan antar muka **Form Edit Time Series** ditampilkan pada Gambar 3.17.

**Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series**

Home	Data Histori	Fuzzy	Ramalan	Grafik
------	--------------	-------	---------	--------

**Form Edit Time Series**

Kategori :  
Time Series From :

**Simpan** **Batal**

Gambar 3.17 Rancangan antar muka **Form Edit Time Series**

### c. Sub menu Data Penjualan

*Sub* menu ini untuk menampilkan halaman proses tambah, edit dan hapus data penjualan. Rancangan antar muka sub menu **Data Penjualan** seperti Gambar 3.18.

**Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series**

Home	Data Histori	Fuzzy	Ramalan	Grafik
------	--------------	-------	---------	--------

Proses Tambah, Edit dan Hapus Data Penjualan Mobil

**Tambah Data**

No	Nama Kategori	Tahun	Jumlah	Menu

Gambar 3.18 Rancangan antar muka *sub* menu **Data penjualan**

Keterangan :

1. Tombol **Tambah Data** untuk menampilkan halaman **Form Tambah Data Penjualan**. Rancangan antar muka ini ditampilkan pada Gambar 3.19.
2. Daftar penjualan terdiri dari beberapa kolom, yaitu : **No** untuk menampilkan nomer, **Nama Kategori** untuk menampilkan nama kategori , **Jumlah** untuk menampilkan jumlah penjualan dan **Menu** untuk menampilkan *link* **Edit** dan **Hapus**. *Link* **Edit** untuk menampilkan **Form Edit Data**. Rancangan

antar muka ini ditampilkan pada Gambar 3.20 sedangkan *link Hapus* untuk menampilkan **Form Hapus Data**. Rancangan antar muka ini ditampilkan pada Gambar 3.21.

Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series				
Home	Data Histori	Fuzzy	Ramalan	Grafik

Form Tambah Data Penjualan	
Pilih Kategori :	
Tahun :	
Jumlah :	
<div>Simpan    Batal</div>	

Gambar 3.19 Rancangan antar muka **Form Tambah Data Penjualan**

Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series				
Home	Data Histori	Fuzzy	Ramalan	Grafik

Form Edit Data Penjualan	
Pilih Kategori :	
Tahun :	
Jumlah :	
<div>Simpan    Batal</div>	

Gambar 3.20 Rancangan antar muka **Form Edit Data Penjualan**

Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series				
Home	Data Histori	Fuzzy	Ramalan	Grafik

Form Delete Data Penjualan	
Pilih Kategori :	
Tahun :	
Jumlah :	
<div>Hapus    Batal</div>	

Gambar 3.21 Rancangan antar muka **Form Hapus Data Penjualan**

### 3.6.5.3 Rancangan Antarmuka menu Fuzzy

Menu **Fuzzy** terdiri dari beberapa *sub* menu yaitu **Fuzzy Set**, **Fuzzifikasi**, **Fuzzy Logical Relationship** dan **Fuzzy Logical Relation Group**.

#### a. *Sub* menu Fuzzy Set

Menu ini untuk menampilkan halaman yang berisi informasi himpunan *fuzzy* dan nilai *universe of discourse*. Rancangan antar muka sub menu **Fuzzy Set** ditampilkan pada Gambar 3.22.

Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series							
Home	Data Histori	Fuzzy	Ramalan	Grafik			
<b>Himpunan Fuzzy</b>							
Tampilkan Himpunan Fuzzy Berdasarkan <input type="text" value="Pilih Kategori"/>							
<table border="1"><tr><td>Kategori :</td></tr><tr><td>Universe Of Discourse :</td></tr><tr><td>Nilai Fuzzy Set :</td></tr></table>					Kategori :	Universe Of Discourse :	Nilai Fuzzy Set :
Kategori :							
Universe Of Discourse :							
Nilai Fuzzy Set :							

Gambar 3.22 Rancangan antar muka sub menu **Fuzzy Set**.

Keterangan :

1. *List* pilih **Pilih Kategori** untuk menampilkan semua daftar kategori .
2. Kolom **Himpunan Fuzzy** untuk menampilkan nilai *universe of discourse* sedangkan nilai **Fuzzy Set** untuk menampilkan *fuzzy set* berdasarkan kategori yang dipilih.

#### b. *Sub* menu Fuzzifikasi

Menu ini untuk menampilkan informasi nilai fuzzifikasi data aktual penjualan. Rancangan antar muka sub menu **fuzzifikasi** ditampilkan pada Gambar 3.23.

Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series

Home

Data Histori

Fuzzy

Ramalan

Grafik

Tabel Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi berdasarkan kategori

Pilih Kategori

No	Tahun	Jumlah Penjualan	Interval	Fuzzyfikasi

Gambar 3.23 Rancangan antar muka *sub* menu **fuzzifikasi**

Keterangan :

1. *List* **Pilih Kategori** untuk menampilkan semua daftar kategori .
2. Tabel **fuzzifikasi** terdiri dari beberapa kolom, yaitu : **No** untuk menampilkan nomer, **Tahun** untuk menampilkan tahun penjualan, **Jumlah Penjualan** untuk menampilkan data jumlah penjualan, **Interval** untuk menampilkan nilai interval dan **Fuzzifikasi** untuk menampilkan nilai fuzzifikasi data penjualan.

### c. Sub menu Fuzzy Logical Relationship

Menu ini untuk menampilkan halaman yang berisi informasi nilai *fuzzy logical relation* dari nilai fuzzifikasi data aktual penjualan. Rancangan antar muka **Fuzzy Logical Relationship** ditampilkan pada Gambar 3.24.

Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series

Home

Data Histori

Fuzzy

Ramalan

Grafik

Menampilkan Fuzzy Logical Relation

Menampilkan Fuzzy Logical Relation berdasarkan kategori

Pilih Kategori

No	Tahun	Jumlah Penjualan	Interval	Fuzzyfikasi

Fuzzy Logical Relation Berdasarkan Kategori :

Gambar 3.24 Rancangan antar muka **Fuzzy Logical Relationship**

Keterangan :

1. *List* **Pilih Kategori** untuk menampilkan semua daftar kategori.
2. Daftar fuzzifikasi terdiri dari beberapa kolom, yaitu : **No** untuk menampilkan nomer, **Tahun** untuk menampilkan tahun penjualan, **Jumlah Penjualan** untuk menampilkan jumlah penjualan, **Interval** untuk menampilkan nilai interval dan **Fuzzifikasi** untuk menampilkan nilai fuzzifikasi
3. Kolom **Fuzzy Logical Relation** untuk menampilkan nilai *fuzzy logical relationship* berdasarkan kategori yang dipilih.

**d. Sub menu Fuzzy Logical Relationship Group**

Menu ini untuk menampilkan halaman nilai *fuzzy logical relationship group* berdasarkan nilai *fuzzy logical relation* data aktual penjualan. Rancangan antar muka sub menu **Fuzzy Logical Relationship Group** ditampilkan pada Gambar 3.25.

Gambar 3.25 Rancangan antar muka **Fuzzy Logical Relationship Group**.

Keterangan :

1. *List* **Pilih Kategori** untuk menampilkan semua daftar kategori.
2. Kolom **Fuzzy Logical Relation** untuk menampilkan *fuzzy logical relationship* berdasarkan kategori yang dipilih.

3. Kolom **Fuzzy Logical Group** untuk menampilkan *fuzzy logical relationship group* berdasarkan kategori yang dipilih.

#### 3.6.5.4 Rancangan Antarmuka Menu Ramalan

Menu ini untuk menampilkan hasil ramalan. Rancangan antar muka menu **Ramalan** ditampilkan pada Gambar 3.26.

**Peramalan Penjualan dengan metode Fuzzy Time Series**

Home	Data Histori	Fuzzy	Ramalan
------	--------------	-------	---------

Menampilkan Hasil Peramalan

Hasil Peramalan berdasarkan kategori

Pilih Kategori

Nilai Mean Square Error

Tahun	Penjualan Aktual	Ruey Chyn Tsaur	S R Singh

Gambar 3.26 Rancangan antar muka menu **Ramalan**.

Keterangan :

1. *List* pilih **Pilih Kategori** berisi daftar kategori yang ada.
2. Daftar hasil peramalan terdiri dari beberapa kolom, yaitu : **Tahun** menampilkan tahun penjualan, **Jumlah Penjualan** menampilkan jumlah penjualan, **Ruey Chyn Tsaur** menampilkan nilai ramalan metode Ruey Chyn Tsaur, **S R Singh** menampilkan nilai ramalan metode S R Singh.
3. Menampilkan data ramalan untuk tahun berikutnya.
4. Nilai MSE ditampilkan pada bagian sisi kanan.

#### 3.6.5.5 Rancangan Antarmuka Menu Grafik

Menu ini untuk menampilkan halaman berisi informasi daftar *link* grafik berdasarkan kategori dan tipe mobil. Rancangan antar muka menu **Grafik** ditampilkan pada Gambar 3.27.



Gambar 3.27 Rancangan antar muka menu **Grafik**.

### 2.15. Pengujian Sistem

Untuk keperluan pengujian, maka diambil 15(lima belas) kategori dan tipe mobil yang bersumber dari situs GAIKINDO. Kemudian data-data tersebut dijadikan sebagai data sumber program untuk proses peramalan *fuzzy time series*. Dari pengujian terhadap data-data tersebut, kemudian ditampilkan nilai MSE masing-masing kategori dan tipe mobil ke dalam suatu tabel.

### 2.16. Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian berupa sistem informasi peramalan penjualan, dokumen teknis, jurnal dan tesis.

### 2.17. Contoh Perhitungan Manual

#### Langkah 1. Input data

Data penjualan mobil kategori sedan tipe kapasitas mesin antara 1500 cc hingga 3000 cc akan diramal dengan *fuzzy time series* Ruey Chin Tsaur. Data aktual penjualan ditunjukkan pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Data aktual penjualan mobil kategori sedan kapasitas mesin antara 1500 cc hingga 3000 cc.

Tahun( $t$ )	Data Aktual Penjualan( $Y_t$ )
2000	11205



2001	6325
2002	12031
2003	12609
2004	12892
2005	10164
2006	7188
2007	10974
2008	15284
2009	10068
2010	14080
2011	12240

**Langkah 2.** Definisikan *universe of discourse*

Nilai minimal dan maksimal dari data aktual penjualan mobil kategori sedan tipe kapasitas mesin antara 1500 cc hingga 3000 cc adalah 6325 dan 15284. Berdasarkan nilai-nilai tersebut maka *universe of discourse*  $U$  dapat didefinisikan sebagai  $U=[6325,15284]$ .

**Langkah 3.** Menghitung interval dan himpunan *fuzzy*

Dari 13 data pada tabel 3.5 diperoleh rata-rata selisih (rumus 2.5) sebesar 3235,75. Untuk memperoleh besar basis (rumus 2.6) maka nilai rata-rata dibagi dua dan hasilnya adalah 1617,875. Berdasarkan tabel 2.4 maka mobil kategori sedan tipe kapasitas mesin antara 1500 cc hingga 3000 cc menggunakan basis 1000. Selanjutnya diperoleh jumlah interval (rumus 2.7) yaitu 9.

Himpunan *fuzzy* yang diperoleh adalah

$A_1=[6325,7325]$ ,  $A_2=[7325,8325]$ ,  $A_3=[8325,9325]$ ,  $A_4=[9325,10325]$ ,  
 $A_5=[10325,11325]$ ,  $A_6=[11325,12325]$ ,  $A_7=[12325,13325]$ ,  $A_8=[13325,14325]$ ,  
 $A_9=[14325,15325]$

**Langkah 4.** Fuzzifikasi data aktual

Berdasarkan himpunan *fuzzy* maka diperoleh fuzzifikasi data aktual seperti pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Fuzzifikasi data aktual penjualan mobil ( $Y_t$ ) kategori sedan tipe kapasitas mesin antara 1500 cc hingga 3000 cc.

No	Tahun( $t$ )	Data Aktual Penjualan( $Y_t$ )	Interval	Fuzzyfikasi
1	2000	11205	[10325,11325]	A5

2	2001	6325	[6325,7325]	A1
3	2002	12031	[11325,12325]	A6
4	2003	12609	[12325,13325]	A7
5	2004	12892	[12325,13325]	A7
6	2005	10164	[9325,10325]	A4
7	2006	7188	[6325,7325]	A1
8	2007	10974	[10325,11325]	A5
9	2008	15284	[14325,15325]	A9
10	2009	10068	[9325,10325]	A4
11	2010	14080	[13325,14325]	A8
12	2011	12240	[11325,12325]	A6

#### **Langkah 6.** Menentukan *fuzzy logical relation*

Berdasarkan Tabel 3.2 diperoleh *fuzzy logical relation*, yaitu  $A5 \rightarrow A1$ ,  $A1 \rightarrow A6$ ,  $A6 \rightarrow A7$ ,  $A7 \rightarrow A7$ ,  $A7 \rightarrow A4$ ,  $A4 \rightarrow A1$ ,  $A1 \rightarrow A5$ ,  $A5 \rightarrow A9$ ,  $A9 \rightarrow A4$ ,  $A4 \rightarrow A8$ ,  $A8 \rightarrow A6$ ,  $A6 \rightarrow A9$ ,  $A9 \rightarrow 0$ .

#### **Langkah 7.** Menentukan *fuzzy logical relation group*.

*Fuzzy logical relation group* adalah  $A5 \rightarrow A1$ ,  $A1 \rightarrow A6$ ,  $A6 \rightarrow A7$ ,  $A7 \rightarrow A7$ ,  $A4 \rightarrow A1$ ,  $A1 \rightarrow A5$ ,  $A5 \rightarrow A9$ ,  $A9 \rightarrow A4$ ,  $A4 \rightarrow A8$ ,  $A8 \rightarrow A6$ ,  $A6 \rightarrow A9$ .

#### **Langkah 8.** Menghitung hasil peramalan tahap 1

Misalnya menghitung hasil ramalan pada tahun 2001, dimana FLRG data aktual 2001 adalah  $A5 \rightarrow A1$ . Jika FLRG *one to one* maka hasil ramalan tahun 2001 adalah nilai tengah dari interval A1 yaitu  $(6325+7325)/2 = 6825$ . Contoh berikutnya, menghitung hasil ramalan 2004 dimana FLRG data aktual 2004 adalah  $A7 \rightarrow A7$  A4. Karena FLRG *one to many* maka perhitungan hasil ramalan adalah:

$\hat{Y}_{1_{2004}} = m_6 P_{76} + Y_{(t-1)} P_{77} + m_8 P_{78}$ , dimana  $m_6$  adalah nilai tengah interval  $A_6$  yaitu 11825,  $m_8$  nilai tengah interval  $A_8$  yaitu 13825.  $P_{76}$  merupakan probabilitas transisi dari A7 ke A6 yaitu  $P_{76}=0/2$ , probabilitas transisi dari A7 ke A7 yaitu  $P_{77}=1/2$  dan probabilitas transisi A7 ke A8 yaitu  $P_{78}=0/2$ .  $P_{76} + P_{77} + P_{78}=1$  maka nilai  $p_{76}$  dan  $p_{78}$  menjadi 0,25. Sehingga  $\hat{Y}_{1_{2004}}$

$$=11825*0,25+12609*0.5+13825*0,25=12717 \quad \text{dan} \quad \hat{Y}_{1_{2005}}= \\ 11825*0,25+12892*0.5+13825*0,25=12859.$$

**Langkah 9.** Menghitung *adjust*

Berlaku untuk FLRG *one to many*. Misalnya menghitung *adjust* hasil ramalan 2005, transisi dari A7 ke A4 adalah mundur dengan selisih lebih besar dari 2 yaitu  $v=3$  sehingga  $adjust = -(1000/2)*3$  (rumus 2.14).

Dengan rumus 2.17,  $\hat{Y}_{2005} = \hat{Y}_{1_{2005}} + 2*(-1500)$ . Nilai hasil ramalan menjadi 9859.

## DAFTAR PUSTAKA

- Au K. F, Chan N. Y, 2002. Quick response for Hongkong Clothing Suppliers: A Total System Approach. Proceedings of the 13<sup>th</sup> Annual Conference of the Production and Operation Management Society (San Francisco, USA).
- Buffa S, Elwood, Rakesh , and K. Sarin, 1996. Modern Production and Operation Management, Eight Edition, John Willey and Sons Inc, London.
- Chen S. M, 1996. Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series. *Fuzzy sets and Systems* 81 311-319.
- Chen S. M, 2002. Forecasting Enrollments Based on High-order Fuzzy Time Series. *Cybernetics and Systems: An International Journal* 33 1-16.
- Choi T. M, 2006. Quick Response Infashion Supply Chain with Dual Information Updating. *Journal of Industrial and Management Optimization* 2 255-268.
- Eppen G. D, Iyer A. V, 1997. Improved Fashion Buying with Bayesian Updates. *Operation Research* 45 805-819.
- Duru, O and Yoshida S. 2009. Comparative Analysis of Fuzzy Time Series and Forecasting: an Empirical Study of Forecasting Dry Bulk Shipping Index.
- Fader P. S, Bruce G. S. Hardie, Chun Y. H, 2004. A Dynamic Changepoint Model for New Product Sales Forecasting. *Marketing Science Vol 23 No. 1* 50-65.
- Fanga D, Weibing W, 2011. Sales forecasting System for Chinese Tobacco Wholesalers. *Elsevier* 380-386.
- Gung R, Leung Y, Lin G, Tsai R, 2002. *Demand Forecasting Today*. OR/MS Today 29(6).
- Hanke J E, Reitsch A G, 1995. Business Forecasting, Fifth Edition. Prentice Hall, United States of America.
- Heizer J and Render B, 2005. Operation Management, 7<sup>th</sup> Edition. (Manajemen Operasi Edisi 7, Buku I) Penerbit Salemba Empat, Jakarta.
- Huang K. 2001. Heuristic Models of Fuzzy Time Series for Forecasting. *Fuzzy Sets & Systems* 123 387-394.
- Hwang J. R, Chen S.M, Lee C. H, 1998. Handling Forecasting Problems using Fuzzy Time Series. *Fuzzy Sets and Systems* 100: 217-228.

- Jasim H. T, Salim A. G, Ibraheem K. I, 2012. A Novel Algorithm to Forecast Enrollment Based on Fuzzy Time Series. *Application and Applied Mathematics : An International Journal Vol.7, Issue 1* , pp. 385-397.
- Jumingan, 2009. Studi Kelayakan Bisnis, Teori dan Proposal Kelayakan. Bumi Aksara, Jakarta.
- Kotler, Philip, 2006. Manajemen Pemasaran Edisi 11. PT. Indeks, Jakarta.
- Kuo R. J, Xue K. C, 1998. A Decision Support System for Sales Forecasting through Fuzzy Neural Networks with Asymmetric Fuzzy Weights. *Decision Support Systems* 24 102-126.
- Kusumadewi S, 2002. Analisis & Desain Sistem Fuzzy menggunakan Tool Box Matlab. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kusumadewi S dan H Purnomo, 2004. Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Lee J, Peter B, Wagner A. K, 2003. A Bayesian Model for Prelaunch Sales Forecasting of Recorded Music. *Management Science Vol. 49 No.2* 179-196.
- Lee L. W, Wang L. H, Chen S. M, Leu Y. H, 2006. Handling Forecasting Problems based on Two Factors High-order Fuzzy Time Series. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 14(3) 468-477.
- Makridakis S, Steven C, Wheelwright, Victor E and Mc Gee, 1999. Metode dan Aplikasi Peramalan, Jilid I, Edisi Kedua, Jakarta, Binarupa Aksara.
- Nickels W, G. 1999. Marketing Principles. Englewoods Cliffs: Prentice-Hall, Inc.
- Ross S M. 2003. Introduction to probability Models, Academic Press, New York.
- Singh S R, 2007. A Simple Time Variant Method for Fuzzy Time Series Forecasting. *Cybernetics and System: An Int. Journal* 38, pp 305-321.
- Singh S. R, 2009. A Computational Method of Forecasting based on Higher-order Fuzzy Time Series. *Expert Systems with applications* 36 10551-10559
- Song Q, Chissom B, 1993. Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series part 1. *Fuzzy Sets and System* 54: 1-9.
- Song Q, Chissom B, 1994. Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series part II. *Fuzzy Sets and Systems* 62: 1-8.
- Swasta B, Irawan. 1997. Manajemen Pemasaran Modern. Liberty, Yogyakarta.

- Synaptic, 2006. Fuzzy Math, Part I, The Theory. [http://www.scholarpedia.org/article/Fuzzy\\_logic](http://www.scholarpedia.org/article/Fuzzy_logic). Juli 2010.
- Tsai C. C, Wu S. J, 1999. A Study for Second Order Modeling of Fuzzy Time Series. *IEEE international fuzzy systems conference proceedings II, August 22-25, Seoul, Korea* 719-725.
- Tsaur ,Yang, Wang, 2005. Fuzzy Relation Analysis in Fuzzy Time Series Model. *Computers and Mathematics with Application* 49 539-548.
- Tsaur R. C, 2011. A Fuzzy Time Series Markov Chain Model With An Application to Forecast The Exchange Rate Between The Taiwan and US Dollar. *ICIC International*, pp:4931-4942.
- Tsaur R. C, Ting C. K , 2011. The Adaptive Fuzzy Time Series Model with An Application to Taiwan's Tourism Demand. *Elsevier* .
- Vrusias B. L, 2005. Fuzzy. <http://www.2dix.com/ppt/fuzzy.php>. Juni 2008.
- Winardi, 1991. Marketing dan Perilaku Konsumen. Penerbit mandar Maju, Bandung.
- Xiao T. J, Yang D. Q , 2008. Price and Service Competition of Supply Chains with Risk Averse Retailers Under Demand Uncertainty. *International Journal of Production Economics* 187-200.
- Yelland P. M, Shinji K, Renee S, 2010. A Bayesian Model for Sales Forecasting at Sun Microsystems. *Interfaces Vol. 40 No 2* 118-129.
- Zadeh L. A, 1965. Fuzzy set. *Information and Control* 8 338-353.
- Zimmermann, 1991. Fuzzy Set Theory and Its Application Edition 2<sup>nd</sup> . Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.